Experimentelle Untersuchungen über den Geschmacksinn

(Mit besonderer Berücksichtigung
des Weber-Fechnerschen Gesetzes)

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde
der Philosophischen Fakultät (1. Sektion)
der Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von

Saidullah
aus Amritsar (Indien)

Akademische Verlagsgesellschaft m. b. H.
Leipzig 1927

Referenten: Geheimrat Prof. E. Becher und Prof. R. Pauli.
Tag der mündlichen Prüfung: 28. Juli 1926.

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

I. Frühere Arbeiten über die Unterschiedsempfindlichkeit beim Geschmacksinn

1. Untersuchungen über die Unterschiedsschwellen des Geschmacksinnes liegen von Keppler (8), Lemberger (15), Fodor und Happisch (5) sowie von Krogh-Jensen vor. Keppler prüfte die U. E. für die vier Grundqualitäten des Geschmacksinnes und kam zu dem Ergebnis: Das Webersche Gesetz gilt nicht. Denn mit der Reizstärke ändert sich die relative Unterschiedsschwelle. Der Gang der Werte zeigt keinerlei Regelmäßigkeit trotz des geringen Reizbereiches, der geprüft wurde. Bei Salzig und Bitter sinkt die U. E. mit wachsender Konzentration, bei Sauer ist das Gegenteil der Fall, so daß auch die Richtung der Abweichung vom Weberschen Gesetz nicht immer die gleiche ist. Angesichts der geringen Zuverlässigkeit der Einzelergebnisse (Keppler hat die U. E. nur bei sich selbst geprüft) und ihrer unzureichenden Zahl beweisen diese Feststellungen kaum etwas, zumal nur untere U. E. untersucht und auch deren Urteilsgebiet nur unvollständig ermittelt wurde. Bemerkenswert erscheint immerhin der Umstand, daß das Unterscheidungsvermögen für die einzelnen Qualitäten nicht gleich ist. Bei Bitter zum mindesten ist es größer als sonst. Fechner zeigte später, daß die Zahlen Kepplers bei geeigneter Auswertung recht gut mit dem Weberschen Gesetz übereinstimmen (4). Die Arbeit Kepplers ist überholt worden durch Untersuchungen

aus jüngster Zeit: für Salzig von Fodor und Happisch, für Süß von Lemberger und Krogh-Jensen. Die Süßempfindungen folgen nach Lemberger näherungsweise dem psychophysischen Gesetz, und zwar bei Rohrzucker wie bei Saccharin. Wie bei anderen Sinnesgebieten finden sich Abweichungen an der unteren und oberen Grenze. Die entsprechenden Versuche Krogh-Jensens führten bei veränderter Methodik zu teilweise anderen Resultaten. Eine eigentliche obere oder untere Abweichung ergab sich nicht, wohl eine Erhöhung der U. E. bei 6—12% der lustbetonten Zone. Sie beträgt hier etwa $^1/_6$, während sie für den Durchschnitt etwas weniger als $^1/_5$ ausmacht. Die Frage nach der U. E. für den Süßgeschmack bedarf jedenfalls noch weiterer Klärung.

Fodor und Happisch kamen zu folgenden Ergebnissen:

1. Durch den Geschmacksinn (Qualität: Salzig) werden Reizzunahmen leichter erkannt als Reizabnahmen.
2. Das Webersche Gesetz hat für die Schwellen bei Reizzunahme wie auch bei Reizabnahme nur bei mittlerer Konzentration Geltung.

Aus der nachstehenden Zusammenstellung 1 sind die einzelnen Werte, die für die U. E. des Geschmacksinnes bis jetzt gefunden wurden, zu entnehmen (siehe S. 459).

2. Was das Verfahren angeht, so bedienten sich alle erwähnten Forscher einschließlich Camerers, der Schwellenbestimmungen vornahm, der Methode der richtigen und falschen Fälle in Form des Sukzessivvergleiches unter Wechsel der Zeitlage von Normal- und Vergleichsreiz.

Mannigfacher als die allgemeine Methodik gestaltete sich die Technik der Versuche. Deren Spielarten sind aus der Zusammenstellung 2 zu ersehen, wobei zur besseren Übersicht die Angaben über die eigene Technik gleich mitangeführt sind (siehe S. 459).

Im einzelnen sei noch dazu bemerkt: Die meisten Forscher ließen die Lösungen nicht schlucken, wodurch die hintere Mundhöhle ausgeschaltet wurde. Ein weiterer Unterschied bestand darin, daß Zunge und Lösung entweder ruhig gehalten (Camerer) oder leicht bewegt wurden (Lemberger). Camerer legte seine Versuche zwei Stunden nach einer Mahlzeit. Keppler machte einen mißlungenen Versuch mit örtlicher Reizung, wobei Pinsel zur Verwendung kamen.

Zusammenstellung 1

	Keppler: Süß (Glycerin)	Keppler: Salzig (Kochsalz)	Keppler: Sauer (Phosphorsäure)	Keppler: Bitter (Chinin)	Lemberger: Süß (Rohrzucker)	Lemberger: Süß (Sacharin)	Krogh-Jensen: Süß (Rohrzucker)	Krogh-Jensen: Süß (Sacharin)	Fodor u. Happisch: Salzig (Kochsalz)
Durchschnittswert für die U. E.	1/22	1/15	1/22	1/54	1/5	1/6,3	1/4,8	1/3,7	1/6,7

Zusammenstellung 2

Forscher	Lösungsmenge	Lösungsmittel	Lösungstemperatur (in Celsius)	Lösungsentfernung	Reizdauer	Pause zwischen den zu vergleichenden Reizen	Pause zwischen den Einzelversuchen	Versuchszeit	Vpn.
Camerer	30 ccm	Schnee bzw. Quellwasser	13—15°	Auswerfen	Bis zum Empfindungseintritt	?	2′ (nach 6 Einzelv. 5′)	$1^1/_2$—2 Stunden	Autor und dessen Frau
Keppler	35 ccm	destilliertes Wasser	?	Auswerfen	?	?	?	?	Autor
Lemberger	20 ccm	destilliertes Wasser	19—20°	Auswerfen	6—8″	?	?	$^1/_2$ Stunde	Autor
Fodor und Happisch	10 ccm	destilliertes Wasser	?	Auswerfen	5″	15″ (10″) 20″ (40″)	?	15 Versuche hintereinand.	2 Vpn.
Krogh-Jensen	Natürlicher Schluck	Leitungswasser	18°	Schlucken	Schluckdauer	?	1′	1 Stunde	6 Vpn.
Saidullah	Natürlicher Schluck	Leitungs- und destill. Wasser	18°	Schlucken	Schluckdauer	5—6″	1—2′	1 Stunde	6—8 Vpn.

II. Neue Versuche über die Unterschiedsempfindlichkeit für Salzig

1. Methodisches

Aus dem Vorstehenden läßt sich entnehmen, daß brauchbare Untersuchungen nur für Süß und Salzig vorliegen. Was das letztere angeht, so gilt auch dies nur mit einer gewissen Einschränkung: denn wie Fodor und Happisch selbst angeben, war das Ziel ihrer Arbeit nicht eigentlich die U. E. So steht also eine eigene Untersuchung hier noch aus, die zu liefern, Zweck der vorliegenden Arbeit ist. Sie hat sich weiter zur Aufgabe gestellt, die methodischen und technischen Fragen systematisch zu klären.

Ein besonderer Anreiz zur Untersuchung der U. E. für Salzig liegt in dem Umstand, daß hier ausnahmsweise die gesamte Reizskala verwendet werden kann. Die Voraussetzungen für eine Prüfung des Weberschen Gesetzes sind also denkbar günstig.

Die Versuche wurden nach der Methode der konstanten Unterschiede angestellt. Zur Verwendung gelangte chemisch reines Kochsalz. Das Lösungsmittel bestand aus Leitungswasser. Ein Vergleich mit destilliertem Wasser hatte gezeigt, daß kein wesentlicher Unterschied damit gegeben war (siehe S. 470f.). Die Temperatur der Lösung betrug 18—20° C, also Zimmertemperatur. Die Versuche wurden immer zwischen 11 und 12 Uhr vormittags durchgeführt.

An jeder Versuchsreihe nahmen 6—8 Vpn. (Studierende der Psychologie) teil, so daß sich für die Reizstufe 12—16 Urteile ergaben; denn jedes Reizpaar wurde doppelt beurteilt im Hinblick auf die Umkehrung der Zeitlage beider Reize. Es handelte sich also um Massen-, nicht um Einzelversuche: eine Technik, die sich bei derartigen Vergleichen als sehr brauchbar erwiesen hat (20).

Als Normalreize dienten Konzentrationen von 0.4, 1, 2, 3, 4, 6, 9, 12, 18% Kochsalz. Sie umfassen das in Betracht kommende Reizgebiet.

Wenn hier die Konzentration in Prozenten angegeben wird, so ist dies im physikalischen Sinne des Wortes zu verstehen: auf 1 l Wasser kommt jedesmal diejenige Menge Kochsalz in g, die durch den Prozentsatz ausgedrückt wird. Dies ist zu betonen gegenüber dem in der Chemie üblichen Verfahren, den Prozentgehalt von Lösungen zu bestimmen: durch Auffüllung auf je

1 l, nachdem die Substanz vorher in das Gefäß gebracht ist. Die Konzentration ist also in diesem Falle höher als im ersten, da auf gleiche Substanzmengen weniger Flüssigkeit kommt. Eine Umrechnung dieser Prozentverhältnisse ist an sich leicht durchzuführen, wenn das spezifische Gewicht des Kochsalzes und damit das Volumen der jeweiligen Menge in Anschlag gebracht wird. Freilich muß dabei mit verwickelten Kontraktionsverhältnissen gerechnet werden. Für die Frage nach der Gültigkeit des Weberschen Gesetzes ist diese Verschiedenheit in der Maßbestimmung des Reizes im übrigen ohne Belang.

Ähnlich steht es mit der Frage nach dem Einfluß der Ionenkonzentration und ihrer Beziehung zum salzigen Geschmack. Der Einfachheit halber wird vollständige Dissoziation angenommen, die für schwächere Lösungen sicher, für stärkere angenähert zutrifft, so daß sich die Einführung von Korrektionen nicht lohnt: um so mehr als die theoretischen Unterlagen für solche Rechnungen nicht völlig geklärt sind.

Durch Vorversuche war festgestellt worden, daß Lösungen von weniger als 0,4% nicht mehr regelmäßig salzig schmecken vergl. S. 48). Die obere Grenze von 18% ergab sich aus den Löslichkeitsverhältnissen des Kochsalzes. Für eine noch stärkere Konzentration konnte keine ausreichende Skala von Vergleichsreizen hergestellt werden; mehr als 33% lassen sich unter den gegebenen Bedingungen in Wasser nicht lösen. Es wurden vier obere und vier untere Reizstufen von gleicher Größe verwendete, dazu ein Vergleichsreiz von der Stärke des Normalreizes, so daß im ganzen 9 Reizstufen vorhanden waren. Die Umkehrung der Zeitlage bedingte 18 Einzelversuche für eine Versuchsreihe, die eine Versuchsstunde ausfüllt.

Eine Ermüdung trat dabei nicht auf: im Gegenteil zeigte ein Vergleich zwischen den 9 ersten und 9 letzten Urteilen eine bessere Leistung bei der zweiten Gruppe, ein Überwiegen der richtigen Urteile um 5%: offenbar eine Folge der Einstellung und Gewöhnung.

Der Bereich des veränderlichen Reizes und damit die Größe der jeweiligen Reizstufen wurde durch Vorversuche festgestellt. Mit Rücksicht auf die Unwissentlichkeit waren die Lösungen in numerierten Gläsern geboten, deren Kennziffern regelmäßig wechselten. Die Vpn. mußten von den Lösungen auf Kommando des Vls. je einen Schluck nehmen: entweder unmittelbar hintereinander oder mit 5—6" Zeitabstand oder in Verbindung

mit einem Zwischenschluck (Wasser). Sie hatten die Aufgabe, die Nummer der stärkeren Lösung in einen Vordruck einzutragen, der die Reizpaare nach ihren Kennziffern untereinander geordnet enthielt.

Die Bestimmung der Urteilsrichtung geschah im Hinblick auf die Vermeidung von Protokoll- und Auswertungsirrtümern. Zu den Urteilen „Gleich" bzw. „Unsicher" gesellten sich Doppelangaben wie „Gleich bis stärker" usw. Die Eintragungen wurden mit einem Papier bedeckt, um eine Beeinflussung der folgenden Urteile auszuschließen.

Im Gegensatz zu den Verfahren der meisten Autoren wurden die Lösungen geschluckt. Dies ist die natürliche Art der Reizgebung im Falle von Geschmacksversuchen. Den Vpn. blieb die Bemessung des Schluckes überlassen. Einzige Bedingung war, daß eine deutliche Empfindung zustande kam. Vorversuche hatten ergeben, daß die Verwendung einer bestimmten Flüssigkeitsmenge keinen Vorteil darstellt: Es läßt sich keine einheitliche Flüssigkeitsmenge ermitteln, die allen Vpn. entspricht.

Zur Ausschaltung des Nachgeschmackes nach jedem Einzelversuch diente eine Pause von 1—2 Minuten, in der jede Vp. Weißbrot und Wasser nach Bedarf zu sich nahm. Auf diese Weise gelang es, den Nachgeschmack zu beseitigen: Ein wesentlicher Gesichtspunkt für die Technik solcher Versuche.

Letztere stimmt insofern mit allen vorangegangenen überein, als sie sich des Sukzessivvergleiches bedient. Es schien angezeigt, alle überhaupt in Betracht kommenden Formen des Vergleiches auf ihre Brauchbarkeit hin zu prüfen. Die verschiedenen Fälle sind:

a) Sukzessivvergleich:

1. Unmittelbarer Sukzessivvergleich
2. Sukzessivvergleich mit Zwischenzeit
3. Sukzessivvergleich mit Zwischenschluck

} entweder mit Hinunterschlucken od. Ausspeien der Lösungen.

(Der Sukzessivvergleich kommt außerdem bei totaler oder lokaler Reizung in Frage.)

b) Simultanvergleich (bei lokaler Reizung).

Der Ausdruck „unmittelbarer Sukzessivvergleich" will besagen, daß kein merklicher Zeitabstand zwischen Haupt- und Vergleichslösung liegt. Die Vp. nimmt zuerst die eine und unmittelbar danach die andere Lösung. Bei dem Sukzessivvergleich mit Zwischenzeit waren beide Reize durch eine Pause

von 5—6 Sek. getrennt. Dieser Zeitabstand war mit Absicht gewählt, um die Verhältnisse mit denen der folgenden Methode gleich zu gestalten. Ein Zwischenschluck braucht etwa 5—6 Sek. Bei dem Sukzessivvergleich mit Zwischenschluck entsprach das Verfahren ganz dem vorhergehenden, nur daß in der Pause ein Schluck reinen Wassers genommen wurde. Die Bezeichnung „Zwischenschluck" drückt aus, daß das Wasser getrunken wurde im Gegensatz zu dem Ausspülen der früheren Methoden. Dieses Verfahren zur Beseitigung des Nachgeschmackes vom vorhergehenden Reize besitzt den Vorzug, daß es nicht so störend ist wie Ausspülen.

Die unvermeidlichen Nachteile des Sukzessivvergleiches in Form einer Umstimmung des Sinnesorganes durch den vorhergehenden Reiz oder infolge eines störenden Zwischenreizes legen den Simultanvergleich nahe. Er wäre zweckmäßig so zu gestalten, daß symmetrisch gelegene Stellen der Zunge gleichzeitig zu reizen sind. Dabei können Lage und Größe der Reizstellen verschieden sein. Auf mehrfache Weise ist versucht worden, diesen Gedanken zu verwirklichen. Zunächst kam ein Pinselpaar zur Verwendung: Die Pinsel konnten mit Hilfe einer eigenen Vorrichtung gleichzeitig und symmetrisch unter Änderung ihres Abstandes und ihrer Breite auf die Zunge aufgesetzt werden. Außerdem konnte die Ausdehnung der Reizstelle durch die Länge des Striches verändert werden. Der Pinselträger war so gebaut, daß an beiden Seiten eines in der Mitte mit Griff versehenen Metallarmes je ein seitlich verstellbarer Pinselhalter angebracht war, der Abstand der Pinsel voneinander konnte beliebig, und zwar meßbar, verstellt werden.

Während die Vp. die Zunge herausstreckte, bestrich der Vl., der einen Pinsel in die Hauptlösung und den anderen in die Vergleichslösung getaucht hatte, die Zunge gleichzeitig und symmetrisch mit den beiden Pinseln. Solange die Zunge außerhalb des Mundes gehalten wird, ist eine Empfindung kaum zu bemerken, noch viel weniger zwei voneinander verschiedene. Wenn man die Zunge in den Mund zurücknimmt und sie, ohne den Gaumen zu berühren, ruhig hält, so daß die aufgestrichene Flüssigkeit sich nicht in dem Speichel auflösen kann, erhält man ebenfalls keine deutliche Empfindung. Bewegt man aber die Zunge und läßt damit die aufgestrichene Flüssigkeit sich mit dem Speichel vermischen, dann hat man eine deutlich wahrnehmbare Geschmacksempfindung. Aber auch hier handelt es

sich nur um eine einzige Empfindung, nicht um zwei, und so ist keine Unterscheidungsmöglichkeit vorhanden. Auch der Gaumen wurde in den Versuch mit einbezogen — d. h. bestrichen — aber umsonst. Weiter sei erwähnt, daß während des Bestreichens der Zunge mit den Pinseln sich plötzlich dann und wann eine Geschmacksempfindung einstellte, die ebenso schnell wieder verschwand. Sie war von zu kurzer Dauer und relativ schwach hinsichtlich der benutzten Reizstärke. Man verspürt sie auf der Zungenoberfläche an einer bestimmten Stelle; sie ist also nicht durch den ganzen Mund verbreitet.

Als Ersatz für die Pinsel wurden Oblaten- und Stoffpaare benutzt, die, in Form einer Zungenhälfte geschnitten und in die Reizlösungen getaucht, entsprechend auf die Zunge gelegt wurden. Ein wesentlich besserer Erfolg wurde aber damit nicht erzielt: Die U. E. war so gering, daß kaum die extremsten Reizwerte richtig unterschieden wurden.

Man könnte einwenden, daß die Pinsel, Oblaten- und Stoffpaare nicht genügend Flüssigkeit enthielten. Um diesen Nachteil zu überwinden, traten Glasröhrenpaare (Durchmesser = 2 cm, Reizfläche demnach 6 qcm) zur Aufnahme der Lösungen an die Stelle der Pinsel. Um das Reiben der Zunge gegen den Gaumen zu ersetzen, wurde die Zunge durch die Glasröhren hindurch mit Glasstäbchen berührt. Eine deutliche Geschmacksempfindung war kaum zu bemerken, obwohl stärkste Lösungen verwendet wurden. In keinem Falle war eine brauchbare Vergleichsmöglichkeit gegeben.

Trotz ihres negativen Ausfalles scheinen die Versuche nicht wertlos, schon um eine naheliegende Frage beantworten zu können, aber auch deshalb, weil sie gewisse Einblicke in Erregungsbedingungen der Geschmacksempfindung gewähren. Unter anderen kommt die Bedeutung der Reizausdehnung deutlich zum Ausdruck, die auch in anderen Sinnesgebieten für die U. E. von großer Tragweite ist: sie nimmt mit ihr stark ab, wie die Erfahrungen für den Gesichts- und Drucksinn gezeigt haben.

Von einer sukzessiven Lokalreizung wurde auf Grund der gemachten Erfahrungen Abstand genommen.

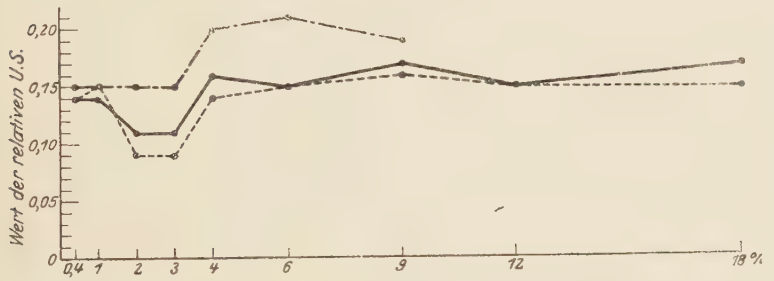
Was die Auswertung betrifft, so wurden sämtliche Schwellen nach der Formel zur Bestimmung der Idealgebiete von Spearman und Wirth berechnet (21):

$$S_0 = (D_0 + \frac{i}{2}) - \frac{\Sigma st \cdot i}{n}$$

So = obere Unterschiedsschwelle; Do = Wert der höchsten Stufe des veränderlichen Reizes; Σst = Summe der „Stärker-Urteile"; i = Wert einer Stufe des veränderlichen Reizes; n = Anzahl der auf eine solche Stufe entfallenden Urteile. Für die untere Unterschiedsschwelle gilt bekanntlich die entsprechende Formel mit veränderten Vorzeichen; an Stelle der Stärker- treten die Schwächer-Urteile, während Do durch Du (die kleinste Reizstufe) ersetzt wird.

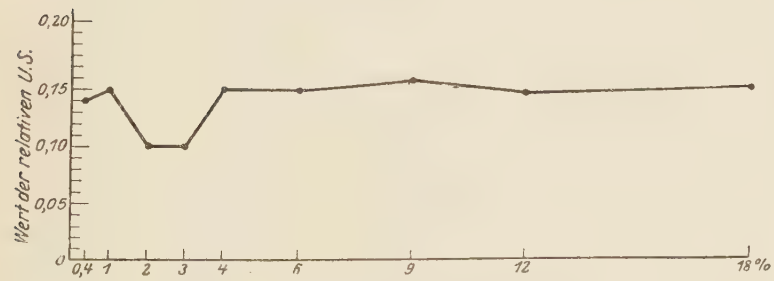
2. Ergebnisse

1. Wie die Zusammenstellung 3 und die zugehörigen Kurven (Abb. 1) zeigen, führt der unmittelbare Sukzessivvergleich zu



•—•—• Unmittelbarer Sukzessivvergleich.
——— Vergleich mit Zwischenschluck.
------- Vergleich mit Zwischenzeit.

Abb. 1



Mittel aus den beiden letzten Verfahren.

Abb. 2

keiner Bestätigung des Weberschen Gesetzes. Von 3% ab wird die relative Unterschiedsschwelle ständig größer, woran auch die Wiederholung der Versuchsreihen nichts änderte. Anders steht es bei Verwendung von Zwischenzeit und Zwischenschluck, also bei Verfahren, die dem ersten methodisch erheblich

Zusammenstellung 3

Konzentration der Grundlösung	Werte für die unteren und oberen relativen Unterschiedsschwellen (nebst Mittel)						Mittel aus 2 u. 3
	1 Unm. Sukzessiv-Vergleich		2 Vergleich mit Zwischenzeit		3 Vergleich mit Zwischenschluck		
		Mittel		Mittel		Mittel	
0,4 % u. r. U. S.	0,17	0,15	0,10	0.14	0,17	0,14	0,14
0,4 % o. r. U. S.	0,12		0,17		0,11		
1 % u. r. U. S.	0,15	0,15	0,13	0,15	0,15	0,14	0,15
1 % o. r. U. S.	0,15		0,17		0,13		
2 % u. r. U. S.	0,14	0,15	0,08	0,09	0,10	0,11	0,10
2 % o. r. U. S.	0,16		0,10		0,12		
3 % u. r. U. S.	0,15	0,15	0,09	0,09	0,11	0,11	0,10
3 % o. r. U. S.	0,15		0,09		0,11		
4 % u. r. U. S.	0,15	0,20	0,15	0,14	0,15	0,16	0,15
4 % o. r. U. S.	0,25		0,13		0,17		
6 % u. r. U. S.	0,17	0,21	0,15	0,15	0,14	0,15	0,15
6 % o. r. U. S.	0,25		0,15		0,15		
9 % u. r. U. S.	0,18	0,19	0,16	0,16	0,17	0,17	0,16
9 % o. r. U. S.	0,20		0,16		0,17		
12 % u. r. U. S.	—	—	0,15	0,15	0,16	0,15	0,15
12 % o. r. U. S.	—		0,14		0,14		
18 % u. r. U. S.	—	—	0,15	0,15	0,18	0,17	0,16
18 % o. r. U. S.	—		0,15		0,16		
A. M. (m.V.) u. r. U. S.	0,16 (∓ 8 %)		0,13 (∓ 19 %)		0,15 (∓ 13 %)		
A. M. (m.V.) o. r. U. S.	0,18 (∓ 24 %)		0,14 (∓ 15 %)		0,14 (∓ 14 %)		
Gesamtmittel (m. V.)	0,17 (∓ 14 %) = 1/6		0,14 (∓ 13 %) = 1/7		0,15 (∓ 11 %) = 1/6,6		0,14 (∓ 13 %) = 1/7

überlegen sind: Denn hier werden die Spuren des ersten Reizes — die für alle Fälle ursprünglich vorhandene Unterschiede vermindern, besonders bei höheren Reizstärken — mehr oder weniger beseitigt. Beim Zwischenschluck ist dies offensichtlich, aber auch bei Einschaltung einer Zwischenzeit kann damit gerechnet werden, weil Speichel und natürliche Zungen- bzw. Schluckbewegungen einen ähnlichen Erfolg haben. Auch eine etwaige Umstimmung des Sinnesorganes wird dabei rückgängig gemacht.

Zunächst weisen die Mittel aus den oberen und unteren relativen Unterschiedsschwellen (o.r.U.S., u.r.U.S.) eine sehr gute Übereinstimmung auf, wenn man von den Zahlen für 2 und 3% vorläufig einmal absieht. Danach gilt also das Webersche Gesetz durchaus für die Empfindung des Salzigen. Etwas größer sind die Abweichungen bei ausschließlicher Berücksichtigung der unteren oder der oberen Unterschiedsschwelle: die mittleren Variationen belaufen sich auf ∓ 19 bzw. ∓ 15% gegenüber ∓ 13% für das Mittel aus beiden. Diese Werte gelten für das Verfahren mit Zwischenzeit. Bei Zwischenschluck bleiben die Verhältnisse gleich, die Zahlen als solche weisen aber eine geringere Streuung auf: wie denn überhaupt ihr regelmäßiger Gang gerade bei dieser Methode für sich selbst spricht. Im ganzen ist der Unterschied zwischen den Ergebnissen beider Verfahren so gering, daß ihre Vereinigung zu einem Gesamtmittel wohl am Platze ist (siehe die letzte Spalte der Zusammenstellung). Daraus ist als abschließendes Resultat dieser Versuche zu entnehmen, daß die U. E. gleich 0.14 = rund $^1/_7$ (genauer $^1/_{7,1}$) ist, wobei mit ∓ 13% Streuung gerechnet werden muß.

Der Wert von $^1/_7$ gilt ohne Rücksicht auf das Geschlecht der Vp. Bei getrennter Auswertung nach diesem Gesichtspunkte erhält man für die männliche U. E. $^1/_{6,4}$, für die weibliche $^1/_{7,4}$. Es macht sich also auch hier die bekannte Tatsache bemerkbar, daß bezüglich der Geschmackswahrnehmungen die weibliche Leistung der männlichen überlegen ist. Der Unterschied ist im vorliegenden Falle deutlich, er beläuft sich auf rund 16% (bezogen auf 6,4).

Die Konstante von $^1/_7$ erfährt dadurch noch eine besondere Beleuchtung, daß entsprechend angelegte Versuche mit Rohrzucker, die Herr G. Bennett im Münchener Psychologischen Institut angestellt hat, genau denselben Betrag (ebenfalls ohne die übliche

obere oder untere Abweichung) ergeben. Der betreffende Wert kennzeichnet demnach die U. E. des Geschmacksinnes im allgemeinen. Ob er durchgängig für jede Qualität und jeden zugehörigen Erreger gilt, müssen fortgesetzte Versuche lehren. Ein weiteres Ergebnis von diesen Zuckerversuchen sei hier mitgeteilt, da es eine wichtige Ergänzung des vorliegenden Befundes darstellt: die Temperatur der Lösungen besitzt einen nicht unwesentlichen Einfluß auf die Webersche Konstante. Bei 10° C etwa zeigt sich ein Höchstmaß der U. E., die bis auf $^1/_{10}$ geht. Dieser Wert gilt für männliche Personen, so daß mit einer weiteren Steigerung bei weiblichen Beobachtern gerechnet werden darf; es wäre nicht ausgeschlossen, $^1/_{12}$ zu erreichen. Das Unterscheidungsvermögen des Geschmacksinnes kann jedenfalls durch geeignete Bedingungen wesentlich heraufgesetzt werden, entsprechend den Verhältnissen bei anderen Sinnesgebieten (vgl. besonders den Gesichtssinn und die Photometrie).

Im übrigen hat die Anwendung anderer Temperaturstufen (5°, 35°, 55°) bewiesen, daß die Steigerung verhältnismäßig wenig ausmacht, starke Erniedrigung aber den Vergleich schädigt. Eine abschließende Untersuchung dieser Verhältnisse wird Sache einer künftigen Sonderarbeit sein: um so mehr, als die ausgezeichnete Stellung einer Temperatur von 10° nicht vereinzelt dasteht. So ist z. B. durch Umfragen der Deutschen Forschungsanstalt für Lebensmittelchemie in München festgestellt worden, daß der gleiche Wärmegrad für den Genuß von Weißwein am günstigsten ist.

Besonders wichtig ist die Tatsache, daß in keinem Falle eine sog. obere oder untere Abweichung (eine Erhöhung der Unterschiedsschwelle) zutage tritt. Eine Abweichung vom Weberschen Gesetz — allerdings in ganz anderem als dem üblichen Sinne — ist freilich auch hier zu verzeichnen. Sie besteht in einer vorübergehenden und dabei ausgesprochenen Verminderung der relativen Unterschiedsschwelle, also in einer Erhöhung der U. E., und zwar bei 2 und 3%. Es ist kein Zufall, daß dies zugleich den Bereich des Lustmaximums darstellt, wie weiter unten zu beschreibende Versuche gezeigt haben (S. 477). Es handelt sich um die Konzentrationen, für die dank dieses Umstandes eine ausgesprochene Gewöhnung besteht. So liegt die Annahme nahe, daß hier ein sekundäres Moment, ein Übungs- und Gewöhnungseinfluß das Bild bestimmt, und daß demnach von einer eigentlichen Abweichung nicht die Rede sein kann.

Schaltet man einmal die Werte für 2 und 3% ganz aus, so wird die Übereinstimmung der Zahlen überraschend groß. Die Streuung beträgt nur ±3%, mit anderen Worten: das Webersche Gesetz ist mit einer bisher noch nie erreichten, mit photometrischer Genauigkeit nachgewiesen. Selbst wenn man die beiden abweichenden Zahlenwerte in die Rechnung einbezieht, übersteigt die mittlere Variation noch nicht 13%, was mit den Verhältnissen der heterochromen Photometrie verglichen werden kann. Dabei ist zu bedenken, daß mit einer unvermeidlichen Fehlerquelle schon bei der Reizgebung gerechnet werden muß: in Gestalt der Konzentrationsminderung durch den Speichel, die sich im einzelnen nicht verfolgen läßt.

Das Hauptergebnis der vorliegenden Versuche ist also die Konstanz im Sinne des psychophysischen Gesetzes, das damit eine bemerkenswerte Bestätigung erfährt. Sie erhält eine wichtige Stütze durch das Verhältnis der mittleren Variation innerhalb der Einzelwerte für die Reizskala zu dem Fehler der Einzelbestimmung. Letzterer ist größer als erstere: nämlich

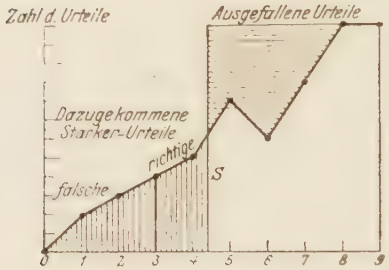
∓ 31% bei unmittelbarem Sukzessivvergleich
∓ 16% bei Zwischenzeit
∓ 19% bei Zwischenschluck.

mit anderen Worten: die vorhandenen Abweichungen liegen innerhalb der Fehlergrenze der Methode.

Was die Berechnung der Ungenauigkeit der Einzelbestimmung angeht, so knüpft sie an die Ermittlung derjenigen Urteilsgebiete an, die rechts und links von dem eigentlichen Schwellenwert durch die ausgefallenen oder hinzugekommenen Urteile entstehen. (S. Abb. 3.) Das wird ohne weiteres verständlich, wenn man bedenkt, daß im Idealfall lediglich eine senkrechte Grenze vorhanden wäre, die erwähnten Urteilsgebiete demnach den Wert Null annähmen. Je steiler demnach der Abfall der Größer- bzw. Kleiner-Urteile ist, desto mehr nähert sich der Verlauf der empirischen Kurve diesem Grenzfall, desto kleiner ist die Streuung und umgekehrt: je flacher der Abfall, desto größer die Ungenauigkeit, die sich in dem Wachstum der — kurz gesagt — dreieckigen Flächen ausdrückt.

Was die Berechnung der letzteren angeht, so kann sie mittels einer Formel entsprechend dem Ausdruck $\frac{\Sigma\, gl \cdot i}{n}$ vorgenommen werden. Ebenso einfach und noch zuverlässiger gestaltet sich die unmittelbare geometrische Berechnung auf Grund einer Zerlegung in Dreiecke. Im letzteren Sinne wurde zumeist vorgegangen.

Es sei noch erwähnt, daß die Annahme von der Größe der Ungenauigkeit als ausgedrückt durch jene Flächenstücke nur zutrifft, wenn der Wert der Reizstufe sehr klein ist. Ist dies



—— Kurve der Stärker-Urteile

Abb. 3

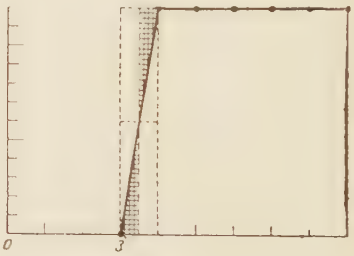


Abb. 4

nicht der Fall, so muß eine Korrektionskonstante im Sinne einer Verminderung der Streuung eingeführt werden, deren Wert gleich $\pm^1/_{8}i$ ist. Dieser Betrag ergibt sich unmittelbar aus Abb. 4, die zeigt, daß auch bei vollkommen richtiger Beurteilung aller Reizstufen infolge der gradlinigen Verbindung der empirischen Kurvenpunkte doch noch eine Streuung von diesem Ausmaße bestehen bleibt.

Weiterhin muß man im Auge behalten, daß die Gültigkeit des Weberschen Gesetzes unabhängig von verschiedenen Versuchsbedingungen gilt; gemeint sind: Zwei voneinander unabhängige Methoden (Vergleich mit Zwischenzeit und mit Zwischenschluck), die Verwendung zweier verschiedener Lösungsmittel (destilliertes und Leitungswasser), ferner das Verfahren mit aufsteigendem wie mit absteigendem Reizschritt: alle brachten übereinstimmende Resultate.

Wie bereits angegeben, wurde Leitungswasser für die Versuche benutzt, und so schien es angebracht, nachzuprüfen, ob bei der Verwendung von destilliertem Wasser sich Unterschiede

bemerkbar machen würden. Um dies festzustellen, wurden Konzentrationen von 1, 4, 6 und 9% als Hauptlösung benutzt und das Verfahren des Vergleiches mit Zwischenschluck für die Versuche angewendet. Die gewonnenen Resultate zeigen, daß die Ergebnisse für die Hauptversuche keine Veränderung erlitten hätten, wenn statt Leitungs- destilliertes Wasser benutzt worden wäre.

Wie schon bemerkt, haben Fodor und Happisch ein anderes Versuchsverfahren angewandt: Auswerfen der Lösung, dazu Umspülen 15 Sek. lang. Zwecks Vergleich wurden einige Bestimmungen nach genau derselben Methode ausgeführt. Es dienten dazu die Normalreize von 1, 4 und 8%. Das Ergebnis ist in der Übersicht 4 zusammengestellt; zum Vergleich sind die Werte Fodor und Happischs mitangeführt. Die Übereinstimmung mit ihren Mittelwerten ist durchgängig befriedigend. Dagegen zeigt sich eine auffallende Abweichung, soweit deren Ausgangszahlen in Betracht kommen. Die große Streuung ist bei der eigenen Wiederholung nicht aufgetreten.

Zusammenstellung 4

Konz. der Grundlösung	Werte von Fodor und Happisch					Eigene Werte		
	$\frac{dRz}{R}$		$\frac{dRa}{R}$		Mittel	$\frac{dRz}{R}$	$\frac{dRa}{R}$	Mittel
	Vp. A	Vp. B	Vp. A	Vp. B				
1%	0,10	0,17	0,23	0,13	0,16	0,16	0,15	0,16
4%	0,05	0,07	0,25	0,21	0,15	0,14	0,15	0,15
8%	0,05	0,06	0,23	0,26	0,15	0,15	0,16	0,16

d R z ist die U. S. bei Reizzunahme, d R a bei Reizabnahme

Wenn die beiden Verfasser nur eine mittlere Geltungszone des Weberschen Gesetzes aus ihren Versuchen ableiten, so liegt dies z. T. lediglich an der Art der Auswertung. Faßt man die Einzelwerte in Mitteln zusammen, so ändert sich das Bild zugunsten einer weitgehenden Konstanz der Unterschiedsschwelle im Sinne des Gesetzes. (S. Zusammenstellung 4.) In diesem wesentlichen Punkte stimmen also die fremden wie die eigenen Untersuchungen überein, wie sich bei näherem Zusehen ergibt.

Weiter ist zu beachten, daß die Zahlenwerte, die mit Hilfe dieses Verfahrens gewonnen sind, im wesentlichen auch mit den

Ergebnissen nach der Methode des Zwischenschluckes übereinstimmen. Dieser Umstand darf nun nicht zu einer falschen, d. h. gleichen Einschätzung beider Verfahrungsweisen verführen. Man darf nicht übersehen, daß nur außerordentlich geschulte Vpn. bei dem störenden Ausspülen Verwendung fanden. Wahrscheinlich wäre sonst der jetzt nur angedeutete Unterschied im Sinne einer Verringerung der U. E. deutlicher zutage getreten. (Vgl. Zusammenstellung 3 und 4.) Unabhängig davon bedingt die größere Einfachheit jedenfalls eine Überlegenheit der Methode des Zwischenschluckes.

Zum Schluß sei darauf hingewiesen, daß nach der Feststellung der strengen Gültigkeit des Weberschen Gesetzes für den Geschmacksinn (Salzig) die Theorien von Pütter und Schjelderup (23 u. 26) nicht wieder vertreten werden können, da die beiden mit dem Wegfall der oberen Abweichung unverträglich sind: darin liegt der theoretische Gewinn der Arbeit.

2. Neben der Bestimmung der Unterschiedsschwellen und dem Nachweis des Weberschen Gesetzes für den Geschmacksinn, insbesondere für Salzig, haben die Versuche noch eine Reihe methodologisch wichtiger Ergebnisse gezeitigt. An erster Stelle soll die Frage nach der Bedeutung des auf- und absteigenden Schrittes behandelt werden, die in jüngster Zeit Gegenstand eingehender Untersuchungen war (5, 10, 22).

Aufsteigend heißt eine Reizfolge, bei welcher der schwächere von beiden Reizen vorangeht, während der umgekehrte Fall absteigend genannt wird.

Fodor und Happisch, die nur zwei Vpn. hatten, kam es nicht in erster Linie darauf an, die Unterschiedsschwellen genau zu bestimmen, um eine etwaige Gültigkeit des Weberschen Gesetze festzustellen. Sie wollten hauptsächlich die Verschiedenheit der Unterschiedsschwellen bei auf- und absteigendem Schritt in seiner Abhängigkeit von der Reizstärke untersuchen. Sie stellten fest, daß Reizzunahmen besser erkannt werden als Reizabnahmen (in Übereinstimmung mit W. Köhler), mit wachsendem Zeitabstand zwischen beiden Reizen nimmt diese Erscheinung zu. Bei den eigenen Versuchen wurde jedes Reizpaar doppelt beurteilt: Die Reizstufen waren so angeordnet, daß jedes Paar einmal absteigend und das andere Mal aufsteigend war. Es zeigte sich, daß im allgemeinen ein einheitlicher Unterschied nicht vorhanden ist. Doch wird bei Vergleich

mit Zwischenzeit die abnehmende und bei Vergleich mit Zwischenschluck die zunehmende Reizstärke etwas besser erkannt. Bei den Versuchen nach den gleichen Bedingungen wie Fodor und Happisch bestätigt sich keineswegs deren Behauptung, daß der aufsteigende Schritt den Vergleich erleichtert. (Siehe Zusammenstellung 6.)

Zusammenstellung 5
Versuchsverfahren

Konzentration der Grundlösung	Unm. Sukzessivvergleich			Vergleich mit Zwischenzeit			Vergleich mit Zwischenschluck		
	Zahl d. richt. Urteile bei ab-	auf-steigendem Reizschritt	Differenz	Zahl d. richt. Urteile bei ab-	auf-steigendem Reizschritt	Differenz	Zahl d. richt. Urteile bei ab-	auf-steigendem Reizschritt	Differenz
0,4 %	43	45	+2	50	48	−2	46	47	+1
1 %	49	41	−8	51	50	−1	46	50	+4
2 %	40	36	−4	50	49	−1	52	54	+2
3 %	44	48	+4	53	52	−1	49	50	+1
4 %	36	38	+2	54	52	−2	51	51	—
6 %	37	33	−4	50	50	—	41	43	+2
9 %	32	32	—	43	43	—	41	43	+2
12 %	—	—	—	44	42	−2	44	48	+4
18 %	—	—	—	45	43	−2	46	50	+4
Summen:	281	273	−8 =3 %	440	429	−11 =2,5 %	416	436	+20 =5 %

Zusammenstellung 6
Versuchsverfahren: Fodor und Happischsche Versuchsverfahren

Konz. der Grundlösung	Zahl der richtigen Urteile bei ab-	auf-steigendem Schritt	Diffferenz
1 %	46	48	+2
4 %	50	48	−2
8 %	48	46	−2
Summen	144	142	−2 = 1,4 %

Von der Frage nach der besseren Erkennbarkeit des auf- bzw. absteigenden Reizschrittes ist die nach der Bevorzugung

oder Überschätzung des einen der beiden Reize — ganz gleich, ob der Reizschritt auf- oder absteigend ist — wohl zu unterscheiden. Zusammenstellung 7 berücksichtigt unter Weglassung der richtigen Urteile nur solche Fälle, in denen der eine von beiden Reizen überschätzt war. In Zusammenstellung 5 sieht man nun, daß bei Vergleich mit Zwischenzeit und absteigendem Reizschritt — also wenn der erste Reiz stärker ist — mehr richtige Urteile abgegeben wurden als bei aufsteigendem Reizschritt. Dementsprechend findet man in Zusammenstellung 7, daß bei den falschen Urteilen der erste Reiz gleichfalls überschätzt ist, d. h. er ist in Wirklichkeit schwächer, wird aber als stärker beurteilt. Bei Vergleich mit Zwischenschluck wird der aufsteigende Reizschritt besser erkannt und damit geht eine Überschätzung des zweiten Reizes Hand in Hand (s. Zusammenstellung 5, 7): aus alledem geht hervor, daß mit der besseren Erkennbarkeit des absteigenden bzw. aufsteigenden Reizschrittes die Überschätzung des ersten bzw. zweiten Reizes Hand in Hand geht und unter Umständen darauf zurückzuführen ist.

Zusammenstellung 7

Versuchsverfahren

Konz. d. Grundlösung	Unmittelbarer Sukzessivvergleich			Vergleich mit Zwischenzeit			Vergleich mit Zwischenschluck		
	Zahl der Urteile		Differenz	Zahl der Urteile		Differenz	Zahl der Urteile		Differenz
	1. Reiz	2. Reiz		1. Reiz	2. Reiz		1. Reiz	2. Reiz	
0,4%	15	17	+2	20	5	−15	11	11	±0
1%	15	13	−2	12	9	−3	8	10	+2
2%	11	10	−1	7	6	−1	8	9	+1
3%	9	6	−3	8	7	−1	9	11	+2
4%	17	18	+1	13	13	—	7	14	+7
6%	19	17	−2	13	6	−7	4	7	+3
9%	17	15	−2	10	8	−2	9	12	+3
12%	—	—	—	10	9	−1	4	11	+7
18%	—	—	—	9	8	−1	7	17	+10
	103	96	−7 =7%	102	71	−31 =30%	67	102	+35 =52%

Wie bekannt, wurde jedes Reizpaar doppelt beurteilt, und zwar ging im einen Falle der Normalreiz der Vergleichslösung voran, im anderen folgte er nach. Man könnte meinen, daß vielleicht der absolute Eindruck, den man bei solchen Ver-

suchen mit durchaus gleichbleibendem Normalreiz bekommt, eine Bedeutung für sich allein haben könnte. Deshalb wurden die Urteile entsprechend zusammengestellt und geprüft, ob ein Unterschied irgendwelcher Art mit der Zeitlage des Normalreizes Hand in Hand ginge. Es ergab sich, daß dies nicht der Fall war: die Zahl der richtigen Urteile ist durchschnittlich bis auf den Bruchteil eines Prozentes gleich. Nur bei dem methodisch benachteiligten unmittelbaren Sukzessivvergleich ergibt sich ein Plus von knapp 4% zugunsten einer Nachfolge des Normalreizes.

Da ferner auch der Gleichheitsversuch eine Sonderstellung einnimmt, wurden dessen Ergebnisse besonders ausgewertet. Es ergab sich, daß etwa über ein Drittel der Urteile richtig war. Wichtig war die Beobachtung, daß man niemals mit Sicherheit angeben konnte, daß die zwei Lösungen genau dieselbe Konzentration besitzen. Das Urteil ist immer problematisch. Bei dem Gleichheitsversuch ist es ferner lehrreich, zu sehen, daß alle Vpn. eine Weile zögern, bevor sie ihr Urteil abgeben. Jedenfalls war der Entscheid nie auf die unmittelbar wahrgenommene Konzentrationsgleichheit gegründet, sondern das Urteil war stets ein mittelbares, d. h. aus der Unmöglichkeit eine Verschiedenheit zu ermitteln, ergab sich das Urteil „Gleich". Daraufhin wurde eine Reihe von anderen Personen außer den ständigen Vpn. geprüft; unter diesen fand sich keine, die absolut sicher gewesen wäre, daß die zwei Konzentrationen genau gleich waren. Wenn auch ein großer Teil der Urteile richtig ist, so darf man nicht vergessen, daß unter den sechs Urteilen, die den Vpn. anheimgestellt wurden, auch eines war: „Beide Lösungen sind gleich". Diese Suggestion spielt ebenfalls eine Rolle.

III. Untersuchungen über den Zusammenhang von Gefühlston und Reizstärke bei Salzig.

1. Bereits bei der Süß-Empfindung hatten frühere Untersuchungen einen Zusammenhang zwischen U. E. und Gefühlston wahrscheinlich gemacht, und zwar in dem Sinne, daß mit der Lustbetonung eine Erhöhung des Unterscheidungsvermögens Hand in Hand geht (22). Die auffallende Verringerung der Unterschiedsschwelle bei 2 und 3% in Verbindung mit Gelegenheitsbeobachtungen ließ auch für Salzig eine entsprechende Untersuchung angezeigt erscheinen.

In der Gefühlspsychologie pflegt man den Zusammenhang zwischen Reizstärke und Lust-Unlust so darzustellen: ganz

schwache Reize (Empfindungen) weisen keine Gefühlsbetonung auf. Damit ist eine Gefühlsschwelle gegeben. So wie eine Empfindung nur durch einen Reiz bestimmter Stärke ausgelöst werden kann, so muß der Reiz und damit die Empfindung erst eine gewisse Höhe erlangt haben, um Träger eines Gefühles werden zu können. Die Schwelle für Lust-Unlust ist demnach gleich oder größer als die Empfindungsschwelle, da sie letztere voraussetzt. Der zunächst auftretende Gefühlston ist — von Ausnahmefällen abgesehen — positiv. Die Lustgefühle wachsen mit zunehmender Reizstärke mehr oder weniger schnell bis zu einem Höhepunkt. Nimmt die Reizstärke weiter zu, so nimmt die Lust an Stärke schnell ab und geht ziemlich unvermittelt in Unlust über. Es finden sich also hier zwei charakteristische Punkte, der Wendepunkt, bei dem die Lust abzunehmen beginnt, und der Übergangspunkt, bei dem die Lust in Unlust überschlägt: Soweit das übliche Schema des Zusammenhanges zwischen Reizstärke und Lust-Unlust, wie es von den meisten Psychologen aufgefaßt wird: Fröbes (6), Külpe (11), Lehmann (14), Wundt (29), Th. Ziehen (30).

Th. Ziehen erläutert diesen Sachverhalt an folgendem Beispiel: ein einfacher Ton, sehr leise angeschlagen, läßt uns meist gleichgültig. Mit seinem allmählichen Anschwellen treten langsam wachsende Lustgefühle auf. Bei mittlerer Stärke hat der angenehme Eindruck des reinen Tones entschieden seinen Höhepunkt erreicht. Bei weiterer Verstärkung des Tones nimmt dieses Lustgefühl sehr rasch ab und geht in Unlust über. Hat der Ton die Reizhöhe erreicht, so ist die gellende Gehörsempfindung von höchstem Unlustgefühl begleitet. Ähnliches gilt für andere Sinnesgebiete.

2. Für die Untersuchung bei Kochsalzlösungen diente folgende Reizskala: 0.5, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 25, 30%. Die Darbietung wurde auf zwei Sitzungen verteilt, in der Weise, daß in der ersten je ein Reiz übersprungen wurde (1, 3, 5 usw.). Die ausgelassenen Stufen bildeten dann eine neue Reihe für sich. Die 8 Vpn. mußten je einen Schluck der Salzlösungen nehmen und dann nur die Gefühlsbetonung angeben, ohne Beachtung der Qualität oder der Intensität der Empfindung. Den Vpn. waren folgende Urteile an die Hand gegeben: 1. gleichgültig, 2. angenehm, 3. sehr angenehm, 4. unangenehm, 5. sehr unangenehm. Die Aufeinanderfolge der Konzentrationen war so geregelt, daß einmal eine schwächere Kon-

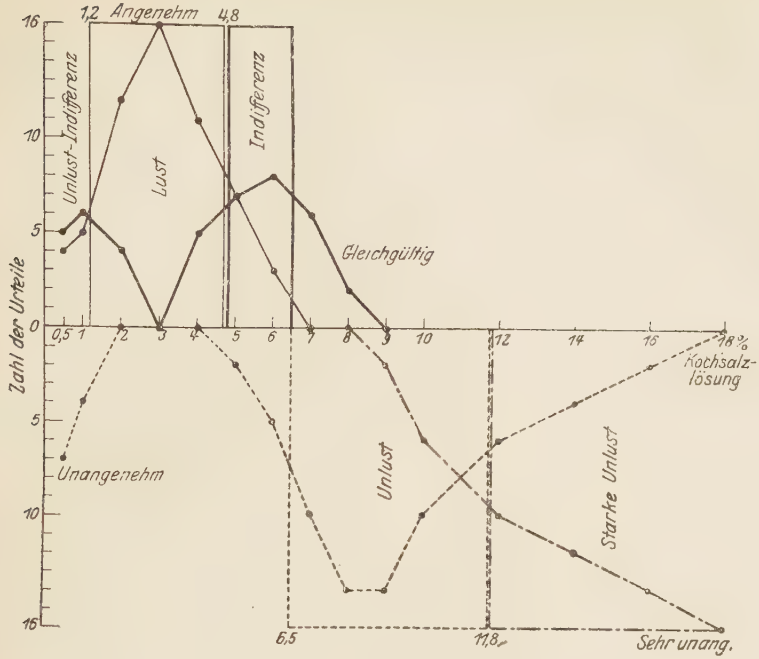

1,2 Angenehm 4,8
Unlust-Indifferenz
Lust
Indifferenz
Gleichgültig
Zahl der Urteile
Unangenehm
Unlust
Starke Unlust
Kochsalz-lösung
6,5
11,8
Sehr unang.

Abb. 5

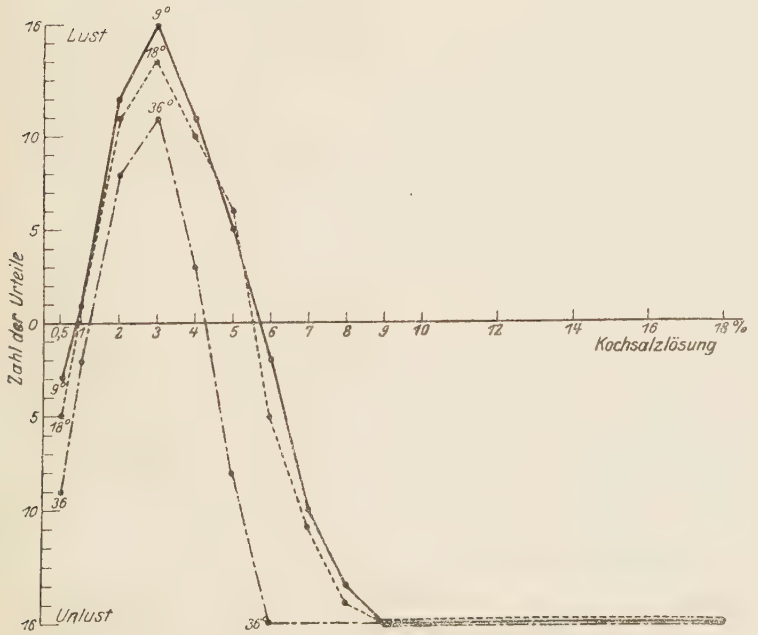

Lust
9°
18°
36°
Zahl der Urteile
Kochsalzlösung
Unlust

Abb. 6

zentration einer stärkeren folgte, ein anderes Mal ihr vorausging, und zwar in unregelmäßiger Reihenfolge. (Vgl. die Konstanzmethode.) Da jede Lösung doppelt beurteilt wurde, so ergaben sich für die Reizstufe je 16 Urteile.

Es zeigte sich, daß die Beurteilung der Annehmlichkeit von Salzlösungen verschiedener Stärke zu einer Abänderung des üblichen Schemas vom Verhältnis der Reizstärke zu Lust-Unlust führte (siehe Abb. 5): im Sinne größerer Kompliziertheit. Der Verlauf der Kurve beweist, daß sehr starke Salzlösungen nicht nur nicht mehr angenehm, sondern widerlich sind. Dasselbe gilt auch für sehr schwache Salzlösungen. Die Gefühlswirkung braucht nicht mit Lust- oder Indifferenz zu beginnen, es kann ihr vielmehr eine Unlustphase vorausgehen, die gegenüber der später folgenden Hauptphase der Unlust durch ihre geringe Intensität gekennzeichnet ist. Weiterhin ist zu bemerken, daß nach Erreichung des höchsten Lustpunktes das Gefühl nicht plötzlich und unvermittelt in Unlust übergeht. Zwischen beiden liegt eine ausgesprochene Indifferenzzone. Das bedeutet, daß wir hier 5 verschiedene Phasen vor uns haben: 1. Unlust, 2. Indifferenz, 3. Lust, 4. Indifferenz, 5. Unlust, wobei zwischen einfacher und starker wohl zu unterscheiden ist. Diese 5 Zonen sind deutlich auf der Kurve ersichtlich (siehe Abb. 5).

3. Wenn man den Zusammenhang zwischen Reizstärke und Gefühlston ermitteln will, so muß man sich klar sein über alle Bedingungen, die zu der Lust-Unlust beitragen. So ist bei den vorliegenden Versuchen die Lösungstemperatur ein solcher Faktor. Ihr Einfluß auf den Gefühlston in Verbindung mit der Reizstärke war demnach festzustellen. Zu diesem Zweck wurde die ganze Reizskala wie oben nur mit 3 verschiedenen Lösungstemperaturen (9°, 18°, 36° C) geboten, entsprechend den Temperaturempfindungen kalt, lau, warm.

Ein Vergleich der zugehörigen Kurven (siehe Abb. 5) und Zusammenstellungen für Schwellenwerte und Zonengrößen (siehe Zusammenstellung 8) zeigt die Bedeutung der Lösungstemperatur. Bei 9° ist die Schwelle für starke Unlust mit 11,8% erreicht, bei 18° mit 12,8% und bei 36° bereits mit 7,6%. Die gleiche Verschiedenheit sieht man bei den Schwellenwerten für andere Phasen (Unlust-Indifferenz, Lust, Indifferenz, und Unlust). Es ist weiter beachtenswert, daß der höchste Lustpunkt durch eine Konzentration von 3% ohne Rücksicht auf die Lösungstemperatur erreicht wird, obwohl bei 9° Lösungs-

temperatur 16 Urteile, bei 18° deren 14 und bei 36° Lösungstemperatur nur 11 Urteile für den höchsten Lustpunkt erhalten wurden. Es ergibt sich demnach, daß tiefe Temperaturen bzw. kalte Lösungen bei Salzig die Ausbildung der Lust begünstigen und die Unlust dementsprechend zurückdrängen.

Zusammenstellung 8

	Schwellenwerte in % der Lösung für:				
	Anfängliche Unlust und Indifferenz	Lust	Indifferenz	Unlust	Starke Unlust
9°	Vor neben-	1,2	4,8	6,5	11.8
18°	stehendem Wert	1,4	4,7	6,5	12,8
36°	gelegen	1,9	3,8	4,7	7,6
	Zonengrößen in % der Lösung:				
9°	—	3,6	1,7	5,3	—
18°	—	3,3	1,8	6,3	—
36°	—	1,9	0,9	2,9	—

In der Kurve für 9° (Abb. 5) sind alle abgegebenen Urteilsarten graphisch dargestellt; die 3 Kurven der Abb. 5 sind so entstanden, daß jeweils Lust- und Unlusturteile gegeneinander ausgeglichen sind: daher der steile Abfall beim Übergang von Lust zu Unlust. Im Zusammenhang mit der Kurve für 9° ist noch zu erwähnen, daß nur 2 Urteile „sehr angenehm" abgegeben wurden, die nicht gesondert dargestellt sind. Da sich hier geschlossene Urteilsgebiete mindestens für die Hauptphasen (Lust, Indifferenz und Unlust) ergeben haben, so ist die Möglichkeit einer Berechnung der Idealgebiete gegeben, die hier zur Gewinnung genauer Schwellenwerte benutzt wurde und in Zukunft auch für die Gefühlspsychologie so gut wie für die Lehre von der Empfindung gefordert werden muß: d. h. überall, wo sie sinngemäß durchführbar ist. Im Hinblick auf die Zusammenstellung für die Schwellenwerte und Zonengrößen (siehe Zusammenstellung 8) sei bemerkt, daß Schwellen- und Zonengrößen für Unlust und Indifferenz (zu Beginn der Reizskala), ferner die Zonengröße für starke Unlust nicht berechnet werden konnten, weil keine geschlossenen Urteilsgebiete vorhanden waren.

Alles das zeigt jedenfalls klar, daß die Anschauungen über den Zusammenhang zwischen Reizstärke und Gefühlston in der heutigen Psychologie revidiert werden müssen. Sie decken sich

nicht mit den Tatsachen und sind mindestens zum Teil irreführend.

4. Im Anschluß an diese Untersuchung über die Gefühlsbetonung von Kochsalzlösungen sei auf ihre Bedeutung für das Verhalten der U. E. hingewiesen (S. 468). Sie liegt in dem Zusammentreffen der auffallenden Steigerung des Unterscheidungsvermögens bei 2 und 3% mit dem dort ausgebildeten Lustmaximum. Die Annahme liegt nahe, daß hier ein Gewöhnungs- und Übungseinfluß vorliegt, der sich im Laufe des Lebens ausgebildet hat und eben durch jene Gefühlsbetonung und die damit Hand in Hand gehende Bevorzugung dieser Konzentration bedingt ist. Jedenfalls ist es wahrscheinlich, daß die fragliche Abweichung vom Weberschen Gesetz eine sekundär bedingte Erscheinung darstellt. Von einer Abweichung im strengen Sinne des Wortes kann deshalb keine Rede sein. Die betreffenden Werte haben als unvergleichbar aus der Reihe der übrigen auszuscheiden, weil sie nicht unter denselben Bedingungen gewonnen sind. Es ergibt sich dann jene auffallende Bestätigung des Weberschen Gesetzes, die einen für sich allein dastehenden Fall darstellt: darin liegt die Bedeutung der Gefühlsversuche für die Frage nach der Gültigkeit des psychophysischen Gesetzes, daß sie diese Auffassung der Abweichung ermöglichen.

IV. Empfindungsqualität und Stärke von Kochsalzlösungen

Bei Ermittlung der absoluten Schwelle für Salzig hatte sich ergeben, daß Lösungen von sehr geringer Konzentration süßlich schmecken. Im weiteren Verlauf der Versuche fand sich, daß sehr hohe Konzentrationen außer salzig auch bitter schmecken: mit der Intensitätsänderung eine Qualitätsänderung also Hand in Hand geht. Bei den Farbenempfindungen ist ein solcher Zusammenhang bereits festgestellt. Es sollte demnach näher untersucht werden, inwieweit er auch für den Geschmacksinn zuträfe.

Für diese Versuche wurden 0,025, 0,05, 0,075, 0,1, 0,15, 0,2, 0,25, 0,3, 0,35, 0,4, 0,45, 0,5, 0,55, 0,6% NaCl als geringere und 20, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31% als starke Konzentrationen genommen, und zwar alle bei 18° (Zimmertemperatur). Die Beobachtungen wurden für die zwei Reizskalen gesondert ausgeführt. Die Reize waren in unregelmäßiger Reihenfolge entsprechend der Konstanzmethode angeordnet. Über die Beschaffenheit der Flüssigkeiten war den 8 Vpn. nichts bekannt.

Sie mußten je einen Schluck der Salzlösungen nehmen und dann die Qualität bzw. die Qualitäten der Empfindung angeben. Jede Lösung wurde doppelt beurteilt. Es ergaben sich also 16 Urteile für jede Reizstufe. Folgende Urteile waren den Vpn. anheimgestellt: neutral, fade, süßlich, bitter, sauer und salzig. Nach jedem Einzelversuch wurde eine Pause von 3 Minuten gemacht und Weißbrot nebst Wasser genommen. Die Ergebnisse dieses Versuches sind aus der Zusammenstellung 9 zu ersehen.

Zusammenstellung 9

Konzentration der Lösung in %	Art und Zahl der Urteile:					
	Neutral	Fade	Süßlich	Salzig	Bitter	Sauer
0,025	15	1	—	—	—	—
0,050	10	2	4	—	—	—
0,075	8	2	6	—	—	—
0,10	8	2	6	—	—	—
0,15	4	3	6	3	—	—
0,20	—	5	6	5	—	—
0,25	—	3	6	7	—	—
0,30	—	2	3	11	—	—
0,35	—	3	—	13	—	—
0,40	—	1	—	15	—	—
0,45	—	—	—	16	—	—
0,50	—	—	—	16	—	—
0,55	—	—	—	16	—	—
0,60	—	—	—	16	—	—
20	—	—	—	16	+ 3	—
25	—	—	—	16	+ 8	+3
26	—	—	—	16	+12	+4
27	—	—	—	16	+15	+4
28	—	—	—	16	+16	+4
29	—	—	—	16	+16	+4
30	—	—	—	16	+16	+4
31	—	—	—	16	+16	+4

Bei den geringen Konzentrationen stellten 3 Vpn. Qualitätsveränderungen fest, im Gegensatz zu den 5 anderen. Das Urteil süßlich kehrte regelmäßig bei den 3 gleichen Vpn. wieder. Die Personen, die bei geringer Konzentration Süßgeschmack angaben, waren fest davon überzeugt, daß die Lösungen süß waren, so daß sie den wahren Sachverhalt nicht glauben wollten, den sie nach Abschluß der Versuche erfuhren.

Bei den konzentrierten Lösungen wurden von allen Vpn. ohne Ausnahme zwei Geschmacksqualitäten festgestellt. Zuerst schmeckten die Lösungen salzig und dann bitter. Die 2 Empfindungen folgten sehr schnell aufeinander, eine Erscheinung, die alle Vpn. bemerkten: sie läßt sich unschwer verständlich machen, wenn man bedenkt, daß die Qualität bitter hauptsächlich am Zungengrund erregt wird, welch letzterer erst beim Abschluß des Schluckes mit der Lösung in Berührung kommt. Zwei Vpn. konstatierten außer Bitter noch die Sauerqualität; für diese waren also konzentrierte Lösungen = salzig + bitter + sauer. Diese 2 Vpn. waren andere als jene, die Süßlichgeschmack für geringere Konzentrationen festgestellt hatten.

Die Verschiedenheiten im Verhalten gegenüber schwachen und starken Lösungen lassen sich auch aus der Übersicht 9 entnehmen: im ersten Falle ist die Summe der Urteile stets gleich 16. Es handelt sich also hier um ein Entweder-Oder. Im anderen Falle kommen bis zu 36 Urteile auf die Reizstufe, was nur durch gleichzeitige Erregung mehrerer Qualitäten zu erklären ist.

Es ergeben sich demnach 3 Typen, je nach den Empfindungsqualitäten, die Kochsalz auslöst. Der erste hat bei schwachen Reizen eine Süß-Empfindung, auf die bei stärkerer Konzentration Salzig und Bitter folgt. Umgekehrt sind für den zweiten und dritten alle schwachen Reize fade oder neutral, alle starken — hier lassen sich 2 Abarten unterscheiden — entweder salzig und bitter oder salzig, bitter und sauer.

Übersicht über die Geschmackstypen für Kochsalz

Typ	Empfindungsqualitäten bei: schwachen Salzlösungen (0,025 %—0,6 %)	starken Salzlösungen (20 %—31 %)
I	süßlich	salzig und bitter
II	fade, neutral	salzig und bitter
III	fade, neutral	salzig und bitter + sauer

Die Frage, ob innerhalb des Geschmacksinnes bei Intensitätseine Qualitätsänderung entsteht, ist demnach auf Grund dieser Versuche zu bejahen. Die Tatsache selbst scheint nicht unverständlich, wenn man annimmt, daß ein und derselbe Reiz ver-

schiedene Geschmacksknospen zu erregen vermag. Man vergleiche hierzu das Gesetz von den spezifischen Sinnesenergien und analoge Erscheinungen wie die paradoxe Kaltempfindung oder die Erregung von Temperaturempfindungen durch Druck (21).

Inwieweit die U. E. durch den festgestellten Sachverhalt beeinflußt wird, läßt sich nicht ohne weiteres entscheiden und ist als Gegenstand einer eigenen Untersuchung zu betrachten. Jedenfalls kommt es darauf an, ob die U. E. für die einzelnen Qualitäten verschieden ist oder nicht: daß für Süß (Rohrzucker) und Salzig (Kochsalz) kein Unterschied besteht, scheint nach den jetzt vorliegenden Befunden sicher. Dagegen muß bei Bitter mit einer Steigerung der U. E. gerechnet werden, wenigstens wenn man den Angaben Kepplers Vertrauen schenken darf. (Vgl. S. 457 und S. 459.) Für die 3 obigen Geschmackstypen haben sich jedenfalls keine charakteristischen Unterschiede bezüglich der U. E. nachweisen lassen.

Quellennachweise

1. Bühler, K., Über die Deutung des Weberschen Gesetzes. Die Naturwissenschaften. H. 26. 1919.
2. Camerer, Die Grenzen der Schmeckbarkeit von Chlornatrium in wässriger Lösung. Pflügers Archiv f. d. ges. Physiologie. 1869.
3. Dingler, H., und R. Pauli, Untersuchungen zu dem Weber-Fechnerschen Gesetze und dem Relativitätssatz. Arch. f. d. ges. Psychol. Bd. 44, 1923.
4. Fechner, G. Th., In Sachen der Psychophysik. Leipzig 1877.
5. Fodor, K., und L. Happisch, Über die Verschiedenheit der Unterschiedsschwellen für den Geschmackssinn bei Reizzunahme und Reizabnahme. Pflügers Arch. f. d. ges. Physiol. Bd. 197, 1922.
6. Fröbes, Joseph, Lehrbuch d. Exp. Psychologie.
7. Hänig, D. P., Zur Psychophysik des Geschmacksinnes. Wundts Philos. Studien. Bd. 17, 1901.
8. Keppler, Fr., Das Unterscheidungsvermögen des Geschmackssinnes für Concentrationsdifferenzen der schmeckbaren Körper. Pflügers Arch. f. d. ges. Physiol. Bd. 2, 1869.
9. Kiesow, Fr., Beiträge zur physiologischen Psychologie des Geschmackssinnes. Bd. 10 und 12, 1895 und 1897.
10. Köhler, W., Zur Theorie des Sukzessivvergleiches und der Zeitfehler. Psychol. Forsch. Bd. 4, 1923.
11. Külpe, O., Vorlesungen über Psychologie. Herausgeg. von K. Bühler. Leipzig 1920.
12. Lehmann, A., Die körperlichen Äußerungen psychischer Zustände. Bd. 2. Leipzig 1901.

13. Lehmann, A., Grundzüge der Psychophysiologie. Leipzig 1912.
14. Lehmann, A., Die Hauptgesetze des menschlichen Gefühlslebens. 2. Aufl. Leipzig 1914.
15. Lemberger, Fr., Psychophysische Untersuchungen über den Geschmack von Zucker und Saccharin (Sacchose und Krystallose). Pflügers Arch. f. d. ges. Physiol. Bd. 123, 1908.
16. Müller, G. E., Die Gesichtspunkte und die Tatsachen der psychophysischen Methodik. Wiesbaden 1904.
17. Öhrwall, H., Untersuchungen über den Geschmackssinn. Skand. Arch. f. Physiologie. 1891.
18. Öhrwall, H., Die Analyse der Sinneseindrücke. Skand. Arch. f. Physiol. 1921.
19. Pauli, R., Über psychische Gesetzmäßigkeit, insbesondere über das Webersche Gesetz. Jena 1920.
20. Pauli, R., Über die Messung der Süßkraft von künstlichen Süßstoffen. Biochem. Zeitschr. Bd. 125, 1921.
21. Pauli, R., Psychologisches Praktikum. 3. Aufl. Jena 1923.
22. Pauli, R., und A. Wenzl, Experimentelle und theoretische Untersuchungen zum Weber-Fechnerschen Gesetz. Arch. f. d. ges. Psychol. Bd. 51, 1925.
23. Pütter, A., Studien zur Theorie der Reizvorgänge. Pflügers Arch. f. d. ges. Physiol. Bd. 171, 1918.
24. Pütter, A., Studien über physiologische Ähnlichkeit. VI. Wachstumähnlichkeit. Pflügers Arch. f. d. ges. Physiol. Bd. 180, 1920.
25. Schjelderup, H. K., Über die Abhängigkeit zwischen Reiz und Empfindung. Zeitschr. für Psychologie. Bd. 80, 1918.
26. Schjelderup, H. K., Til sansefornemmelsernes psykofysiologi. Upsala 1919.
27. Sternberg, W., Geschmack und Chemismus. Zeitschr. f. Psychologie. Bd. 20, 1899.
28. Wertheim-Salomonson, J., Die Effektgröße als Funktion der Reizgröße. Pflügers Arch. f. d. ges. Physiol. Bd. 100, 1903 und Bd. 108, 1905.
29. Wundt, W., Grundzüge d. physiolog. Psychologie.
30. Ziehen, Th., Leitfaden der physiologischen Psychologie. 10. Aufl. Jena 1919.

(Eingegangen am 30. Juni 1927.)

Lebenslauf.

Am 7. August 1894 wurde ich, Saidullah, als Sohn des Rechtsanwaltes Hafizullah, zu Amritsar, Nord-Indien geboren. Ich besuchte von 1909—1910 die Mohammedan-Anglo-Oriental-School in der gleichen Stadt und von 1910 bis 1921 die Universität in Allahabad, wo ich Philosophie, Psychologie, Mathematik, Rechtswissenschaft, Persisch und Englisch studierte. Im Jahre 1921 unterzog ich mich der Prüfung an der genannten Universität und erhielt den Grad eines M. A. (Magister Artium).

Im Winterhalbjahr 1923 begann ich das Studium der Philosophie und Psychologie an der Universität München. Als Nebenfächer wählte ich Völkerkunde Asiens und Allgemeine Religionswissenschaft. Im Hauptfach waren meine Lehrer die Professoren und Dozenten Baeumker, Becher, Geyser, Pfänder, Pauli, Huber und v. Hildebrand, deren Vorlesungen ich besuchte. Für die Nebenfächer nahm ich an Vorlesungen und Übungen der Herren Professoren Scherman und Schnitzer teil.

Im Sommerhalbjahr 1924 erhielt ich von Prof. Becher das Thema „Experimentelle Untersuchungen über den Geschmacksinn“ (Qualität: Salzig) mit bes. Berücksichtigung des Weber-Fechnerschen Gesetzes“ zur Bearbeitung als Dissertation zugewiesen, das ich unter Leitung von Prof. Pauli bearbeitete und im Sommerhalbjahr 1926 zum Abschluß brachte. Im Juni reichte ich meine Dissertation bei der Philosph. Fakultät, 1. Sektion, der Universität München ein.

Es ist mir eine angenehme Pflicht, Herrn Prof. Becher und Herrn Prof. Pauli für die Überlassung der Arbeit und die rege Förderung, die sie mir bei Durchführung derselben zuteil werden ließen, meinen Dank auszusprechen. Auch meinen übrigen Herren Lehrern danke ich für die vielfachen Anregungen.